



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 32 115 A 1**

⑤ Int. Cl.⁵:
C21 D 7/02
F 16 B 31/06

⑳ Aktenzeichen: P 42 32 115.8
㉔ Anmeldetag: 25. 9. 92
㉕ Offenlegungstag: 31. 3. 94

DE 4232115 A1

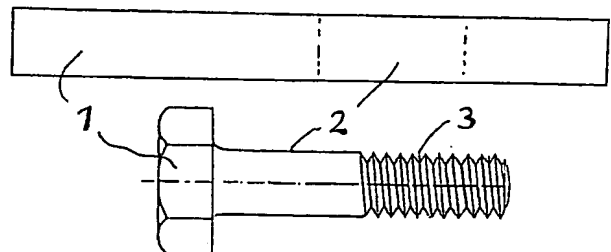
㉚ Anmelder:
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,
DE

㉛ Erfinder:
Rukwied, Armin, Dr.rer.nat., 6057 Dietzenbach, DE;
Becker, Klaus, Dr.-Ing., 6080 Groß-Gerau, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Hochbelastbares Befestigungselement und Verfahren zu dessen Herstellung

㉞ Bei einem hochbelastbaren Befestigungselement aus einem kalthärtbaren Werkstoff ist vorgesehen, daß der Werkstoff durch eine Kaltverformung so weit gehärtet ist, daß dadurch die Festigkeit kritischer Bruchzonen im Befestigungselement im wesentlichen ohne Querschnittserhöhung so verbessert ist, daß die Häufigkeit des Auftretens einer Bruchstelle sich gleichmäßig über die Länge des Befestigungselements verteilt.



DE 4232115 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 94 408 013/129

6/39

Die Erfindung geht von einem hochbelastbaren Befestigungselement aus einem kalthärtbaren Werkstoff aus. Solche Werkstoffe sind zur Zeit im Bereich der austenitischen Stähle bekannt, wie sie in dem Lehrbuch M.O. Speidel: "Stickstofflegierte Stähle", Verlag der Schweizerischen Akademie der Werkstoffwissenschaften, 1991, S. 1—18, beschrieben werden.

Zur Herstellung von Befestigungselementen werden die Möglichkeiten zur Kaltaushärtung jedoch nicht optimal genutzt. Dies zeigt sich beispielsweise bei der Schraubenherstellung darin, daß der mit einem Gewinde versehene Teil nach dem Rollen eine erhöhte Festigkeit aufweist und der durchmessergerleiche Schaft bei mechanischer Beanspruchung zum Bruch neigt. Um eine höhere Bruchsicherheit dieses Schaftes zu gewährleisten, wird üblicherweise sein Durchmesser erhöht. Damit nimmt aber auch das Gewicht der Schraube zu, was für viele Anwendungen, ebenso wie die Durchmesser- vergrößerung, nachteilig ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Befestigungselement nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 so zu gestalten, daß dieses eine gleichmäßige Festigkeit über seine Gesamtlänge erhält, so daß bei einem möglichst geringen Gewicht eine Festigkeitszunahme an bruchgefährdeten Zonen erzielt wird.

Gelöst wird diese Aufgabe mit den im kennzeichnen- den Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 weist die Vorteile auf, daß Befestigungselemente eine erhöhte Bruchfestigkeit bzw. eine erhöhte Lebensdauer aufweisen, welche im Vergleich zu herkömmlichen Befestigungselementen nicht durch Querschnittsvergrößerung, sondern durch gezielte Festigkeitserhöhung erzielt ist.

Das Wesen der Erfindung soll zunächst an einer Stahlliegierung demonstriert werden. Austenitische Stähle zeichnen sich insbesondere durch die hohe Duktilität, die gute Korrosionsbeständigkeit und die Nichtmagnetisierbarkeit aus. Mit einem CrMn-Austeniten mit mindestens 0,2% Stickstoff, welcher im kubisch-flächenzentrierten Gitter gelöst ist, läßt sich durch Kaltverformung eine besonders starke Festigkeitssteigerung erreichen. Die Zähigkeit nimmt bei der Kaltverformung zwar ab, liegt aber immer noch deutlich über den Werten vergleichbarer höchstfester Stähle, welche nicht mit Stickstoff legiert sind.

Bei einem Stahl mit 18 Gew.-% Mangan, 18 Gew.-% Chrom, 2 Gew.-% Molybdän und 1% Stickstoff steigt die Streckgrenze von 800 auf 1300 MPa bei einem Kaltverformungsgrad von 20%. Die Streckgrenze steigt linear mit dem Kaltverformungsgrad bis über 50% an. Diese enorme Steigerung der Festigkeit kann man sich bei Befestigungselementen dadurch zunutze machen, daß man die am stärksten beanspruchten und zum Versagen neigenden Zonen des Befestigungselementes einer bei der Herstellung stärkeren Verformung unterwirft, als die übrigen Bereiche des Befestigungselements. Dieses wird dadurch erreicht, daß das Befestigungselement bei der Herstellung an den besonders beanspruchten Stellen zunächst einen größeren Querschnitt erhält, welcher gegenüber dem übrigen Querschnitt durch eine Kaltverformung stärker reduziert wird.

Die Schwierigkeit besteht oft darin, bei vorgegebenem Materialeinsatz eine optimale Ausnutzung des Materials zu gewährleisten. Da Befestigungselemente immer an der schwächsten Stelle zu reißen pflegen, kann

das Gewicht der restlichen, an der Ausfallhäufigkeit nicht beteiligten Bereiche des Befestigungselements offenbar reduziert werden.

Um diese Materialreserve ausnutzen zu können, ist es nötig, hoch beanspruchte Teile von Befestigungselementen, wie Schrauben oder Stehbolzen, bei sparsamstem Materialeinsatz an den entscheidenden Stellen durch hohe Kaltverformung maximal zu verstärken. Dazu werden Kaltverformungsgrade von mindestens 25% bei stickstofflegierten austenitischen Stählen vorgeschlagen. Müssen bei der Herstellung unterschiedliche Verformungsgrade angewendet werden, so wird in einzelnen Bereichen höchster Kaltverformung ein Zwischenglied notwendig, um dort eine Versprödung des Werkstoffs zu vermeiden. Diese Absenkung der Festigkeit wird durch eine weitere Verformung wieder kompensiert, so daß bei richtiger Abstimmung das Befestigungselement im Endzustand eine über seine Länge konstante Festigkeit erhält. Die Widerstandsfähigkeit gegen Beanspruchungen, die zum Versagen des Befestigungselements führen können, soll also über die gesamte Länge konstant sein.

Die statische und dynamische Festigkeit der Befestigungselemente und die in erster Näherung homogene Verteilung der potentiellen Bruchstellen über die Länge des Befestigungselements muß selbstverständlich durch Versuchsreihen kontrolliert werden. Stellt es sich heraus, daß Bereiche mit hoher Bruchhäufigkeit auftreten, so wird bei einer zweiten Versuchsreihe der Querschnitt an dieser Stelle vergrößert und durch eine nachfolgende stärkere Kaltverformung, welche den ursprünglichen Querschnitt wieder herstellt, eine höhere Festigkeit erhalten. Die Ausfallhäufigkeit wird also nicht durch eine maßgebliche Vergrößerung des Querschnitts erreicht. Als maßgeblich wäre eine Querschnittsvergrößerung anzusehen, wenn sie 5% übersteigen würde.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 Ausgangs- und Endzustand beim Umformen eines Drahtes in eine Schraube;

Fig. 2 eine Spannschraube und

Fig. 3 eine Paßschraube.

Fig. 1 zeigt schematisch den Umformvorgang bei der Schraubenherstellung. Der Kopfteil wird in einer Schmiedepresse umgeformt, wobei Schaft und Gewindeteil so eingespannt sind, daß sie sich in erster Linie nur elastisch verformen. Anschließend wird das Gewinde 3 eingerollt. Gemäß der Erfindung wird nun die übliche Ziehprozedur des Drahtes so abgewandelt, daß der Draht nach dem Ziehen die in diesem Verarbeitungsschritt maximal mögliche Festigkeit erhält.

Das bedeutet, daß beim Ziehen ein möglichst hoher Verformungsgrad angestrebt wird und das Ausgangsmaterial mit der geringstmöglichen Anzahl von ohne Zwischengliedschritten bis zur Grenze hin, welche die Ziehsteine erlauben, und bei der der Draht noch nicht reißt, verformt wird. Vor dem Umformen im Gesenk wird der Kopf 1 vorzugsweise induktiv erwärmt, um ihn besser umformen zu können. Das gleiche kann vor dem Gewindeformen mit dem Teil 3 erfolgen. Dabei kann das Gewinde eingerollt werden. Damit wird erreicht, daß im Endzustand die Umformung der einzelnen Schraubenabschnitte so erfolgt, daß in jedem Abschnitt in etwa die gleiche Festigkeit herrscht. Ein Glühen des Abschnittes 3 vor dem Gewindeformen läßt sich dadurch vermeiden, daß ein Teil des Gewindes eingeschnitten wird, ohne die notwendige Tiefe bereits zu

realisieren und in einem zweiten Schritt die Gewindetiefe dadurch erreicht wird, daß anschließend das Gewinde auf die nötige Tiefe gerollt wird. Würde man das Gewinde von Anfang an rollen, ohne es an der Oberfläche zu glühen, um die Kaltverfestigung wenigstens teilweise zu beseitigen, oder durch spanabhebende Verformung entsprechend verfestigte Schichten abzutragen, könnte das Gewinde nicht hergestellt werden, weil voraussetzungs- gemäß bereits durch den Ziehvorgang eine optimale Härte eingestellt wurde. Andererseits könnte das Material, statt sich zu verfestigen, verspröden und reißen.

Bei einer Spannschraube nach Fig. 2 wird die Erfindung dadurch realisiert, daß der Spannteil, welcher einen geringeren Querschnitt aufweist, durch Einbringen einer normal hergestellten Schraube in eine Hämmerschraube hergestellt wird. Dabei erhält dieser Teil die maximal mögliche Festigkeit. Beim Umformen des Kopfes und beim Rollen des Gewindes werden die notwendigen Härtewerte erreicht. Wegen des geringeren Querschnittes des Schaftes der Spannschraube muß dort jedoch die Festigkeit, welche der Härte proportional ist, größer sein als im Gewindebereich. Beim Herstellen der Spannschraube muß darauf geachtet werden, daß beim Hämmern die Schraube beispielsweise um 3% gestreckt wird. Selbstverständlich kann vor dem Hämmern die Querschnittsverminderung zunächst auch durch Abdrehen unterstützt werden. Die Durchmesser- verminderung sollte allerdings vorzugsweise durch spanlose Verformung vor sich gehen.

Bei einer Paßschraube (siehe Fig. 3) wird die Verfestigung des zylindrischen Schaftes vorzugsweise durch eine Wärmebehandlung vorgenommen. Dabei wird der zu härtende Teil so hoch erhitzt — beispielsweise auf 700°C für 30 Minuten — daß eine Ausscheidungshärtung stattfindet, die Verfestigung aber nur geringfügig relaxiert.

Die Auskehlung 4 der Paßschraube (s. Fig. 3) stellt eine Schwachstelle dar. Deshalb wird diese Auskehlung vorzugsweise durch Rollen so verfestigt, daß die Bruchgefahr an Abschnitten kleineren Querschnitts entscheidend verringert werden kann. Im Idealfall wäre tatsächlich auch an dieser kritischen Stelle das Auftreten von Brüchen im Einsatz, beispielsweise im Flugzeugbau, keineswegs höher als im Bereich des glatten Schaftes 2 oder im Gewindebereich 3.

Patentansprüche

1. Hochbelastbares Befestigungselement aus einem kalthärtbaren Werkstoff, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff durch eine Kaltverformung so weit gehärtet ist, daß dadurch die Festigkeit kritischer Bruchzonen im Befestigungselement im wesentlichen ohne Querschnittserhöhung so verbessert ist, daß die Häufigkeit des Auftretens einer Bruchstelle sich gleichmäßig über die Länge des Befestigungselements verteilt.
2. Hochbelastbares Befestigungselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Befestigungselement aus einem austenitischen Stahl besteht.
3. Hochbelastbares Befestigungselement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß es aus einem höchstfesten CrMn-Austeniten mit einem Stickstoffgehalt von 0,2 bis 2,0 Gew.-% besteht.
4. Hochbelastbares Befestigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,

net, daß an hoch beanspruchten Zonen ein Kaltverformungsgrad von 20 bis 80% eingebracht ist.

5. Hochbelastbares Befestigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß an hoch beanspruchten Zonen ein Kaltverformungsgrad von 35 bis 70% eingebracht wird.

6. Hochbelastbares Befestigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kaltverformungsgrad an hoch beanspruchten Zonen 5 bis 30% höher gewählt ist als der Wert, welcher sich nach einem Standard-Fertigungsverfahren ergibt.

7. Hochbelastbares Befestigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß es als Kopfschraube ausgebildet ist.

8. Hochbelastbares Befestigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß es als Stehbolzen ausgebildet ist.

9. Hochbelastbares Befestigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß es als Scherbolzen oder Paßstift ausgebildet ist.

10. Hochbelastbares Befestigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß es als Niet ausgebildet ist.

11. Hochbelastbares Befestigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Kaltverformen eine über die Länge verteilte, unterschiedliche Wärmebehandlung durchgeführt ist.

12. Hochbelastbares Befestigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß es als Schraubenmutter ausgebildet ist.

13. Hochbelastbares Befestigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Verfestigung durch Kaltverformung über den Querschnitt annähernd konstant ist.

14. Hochbelastbares Befestigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Verfestigung durch Kaltverformung an der Oberfläche ein Maximum aufweist.

15. Hochbelastbares Befestigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß weniger belastete Abschnitte des Befestigungselements durch Querschnittsverminderung und Kaltverformung bei gleicher Festigkeit wie die übrigen Abschnitte im Gewicht reduziert sind.

16. Hochbelastbares Befestigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß es für die Verwendung bei Temperaturen bis 600°C und hohen Anforderungen an die Standfestigkeit vorgesehen ist.

17. Verfahren zum Herstellen eines hochbelastbaren Befestigungselements nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Rohling nach der Halbzeugherstellung und einer üblicherweise nötigen Warmumformung und spanabhebenden Formgebung nur noch spanlos umgeformt wird, wobei die am stärksten zu verformenden Längenabschnitte zunächst durch ein Zwischenglühen duktil gemacht werden, um im Fertigzustand eine über die Länge des Befestigungselements konstante Festigkeit zu erzielen.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Befestigungselemente einer ersten Versuchsreihe nach der Herstellung einer ein- satzgemäßen Prüfung unterzogen werden und die Bereiche mit hoher Bruchhäufigkeit bei der Her-

stellung neuer Befestigungselemente einer zweiten Versuchsreihe zunächst durch bereichsweise Querschnittsvergrößerung des Rohlings und daran anschließender Kaltverformung eine höhere Festigkeit erhalten und/oder die Bereiche, die eine höhere Zähigkeit erfordern, einem lokalen Zwischenglühen unterzogen werden, um eine homogene Verteilung von Festigkeit und Zähigkeit über das gesamte Befestigungselement zu erzielen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

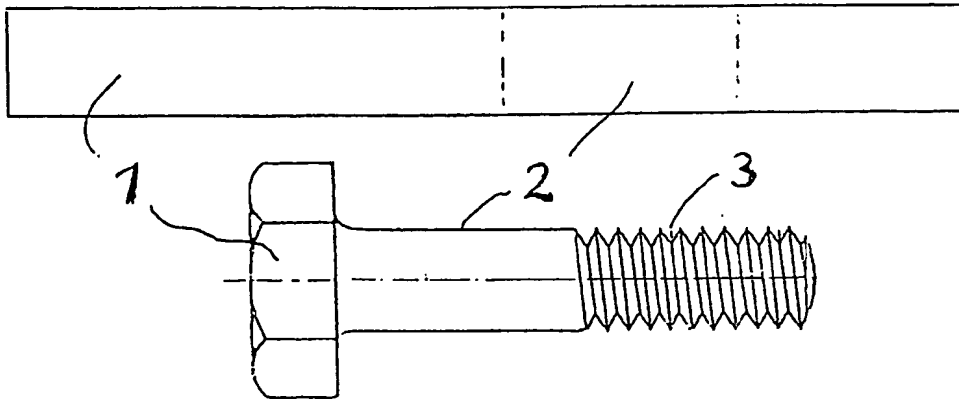


FIG. 1

X

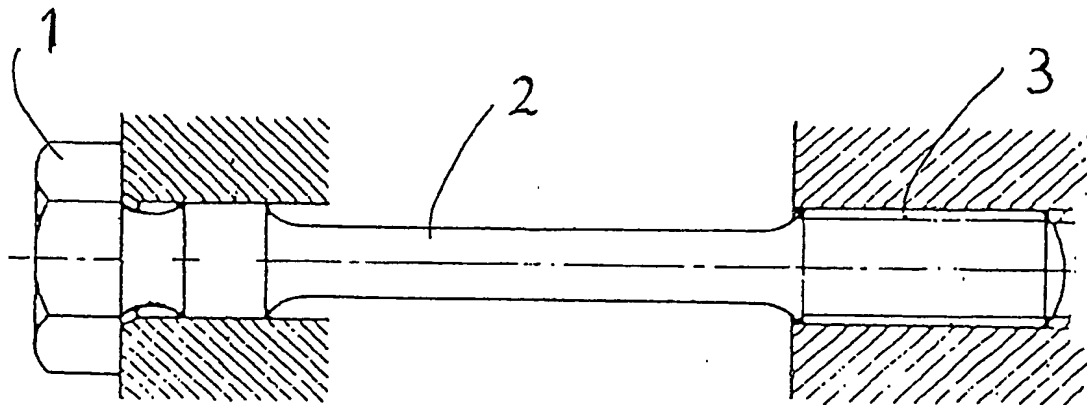


FIG. 2

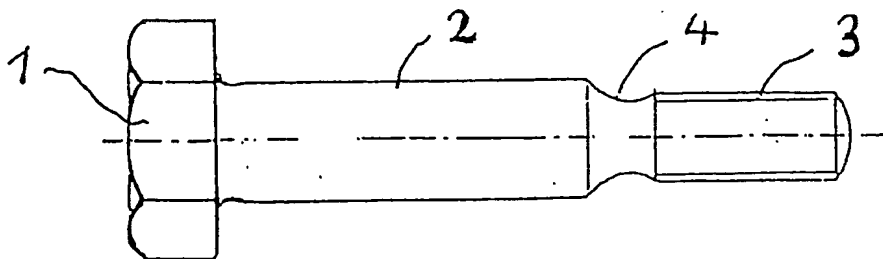


FIG. 3

The invention relates to a heavy-duty fastening element made from a cold-hardenable material. Such materials are known at present in the field of austenitic steels as described in the textbook: M. O. Speidel, "Stickstofflegierte Stähle" (Nitrogen alloyed steels), Verlag der Schweizerischen Akademie der Werkstoffwissenschaftler, 1991, pages 1 - 18.

To produce fastening elements the possibilities for cold-hardening are, however, are not exploited in optimum manner. This is shown in bolt production, for example, in that the part provided with a thread has increased strength after rolling and the shaft of the same diameter tends to fracture under mechanical load. In order to ensure higher resistance to fracture in the shaft its diameter is usually increased. In this way, however, the weight of the bolt also increases which for many applications is just as disadvantageous as the increase in diameter.

Accordingly, it is an object of the invention to design a fastening element according to the introductory part of claim 1 in such a way that said element is given uniform strength over its entire length so that an increase in strength is achieved at zones susceptible to fracture while weight is kept as low as possible.

This task is solved by means of the characteristics specified in the characterising part of claim 1.

The subject matter of claim 1 has the advantages that fastening elements have increased resistance to fracture or an increased service life which by comparison with conventional fastening elements is not achieved by enlarging the cross-section but rather by selective increase in strength.

The essence of the invention will first of all be demonstrated

with reference to a steel alloy. Austenitic steels are characterised in particular by high ductility, good resistance to corrosion and non-magnetisability. Using a Cr-Mn austenite containing at least 0.2 % nitrogen dissolved in a face-centred cubic lattice a particularly marked increase in strength can be achieved by cold working. Although in cold working the ductility decreases it is still well above the values in comparable extremely high-tensile steels which are not alloyed with nitrogen.

In a steel containing 18 % by weight of manganese, 18 % by weight of chromium, 2 % by weight of molybdenum and 1 % of nitrogen the apparent yield point rises from 800 to 1,300 MPa at a degree of cold working of 20 %. The apparent yield point rises linearly with the degree of cold working by more than 50 %. This enormous rise in strength can be utilised in fastening elements in that the zones under greatest load and with a tendency to failure are subjected to a greater degree of cold working during production than the other regions of the fastening element. This is achieved in that during production the fastening element is initially given a greater cross-section at the particularly stressed points which by comparison with the cross-section elsewhere is reduced to greater extent by cold working.

The difficulty when a specified material is used often consists in ensuring optimum utilisation of the material. Since fastening elements always tend to rupture at the weakest point the weight of the remaining regions of the fastening element not involved in the failure rate can evidently be reduced.

In order to be able to exploit this reserve of material it is necessary that highly stressed parts of fastening elements such as bolts or stud bolts in which there is the most sparing use of material be reinforced to the maximum at the decisive points

by a high degree of cold working. For this purpose degrees of cold working of at least 25 % are proposed for nitrogen alloyed austenitic steels. If different degrees of cold working have to be used in production intermediate annealing is necessary in individual regions of highest cold working in order to prevent embrittlement of the material there. This lowering in strength is compensated again by further forming so that when correctly matched the fastening element has constant strength over its length in the final state. Thus, resistance to stresses which may cause failure of the fastening element should be constant over the entire length.

The static and dynamic strength of the fastening elements and the to a first approximation homogeneous distribution of potential fracture points over the length of the fastening element must of course be checked by series of tests. If it turns out that regions of high fracture rate appear the cross-section at this point is increased in a second test series and a higher strength is obtained by a subsequent higher degree of cold working which re-establishes the original cross-section. Thus, the failure rate is not achieved by a substantial enlargement of the cross-section. An increase in cross-section would be regarded as substantial were it to exceed 5 %.

Exemplified embodiments of the invention are explained in more detail below with reference to the drawing. This shows:

Fig 1 the initial and final states when a wire is formed into a bolt;

Fig 2 a clamping bolt; and

Fig 3 a fitted bolt.

Fig 1 shows schematically the forming process in bolt production. The head section is formed in a forging press, wherein the shaft and head section are clamped in such a way

that they are primarily deformed only elastically. The thread section 3 is then cut in. According to the invention the usual procedure for drawing the wire is modified in such a way that after drawing the wire is given the strength which is the maximum possible in this processing step.

This means that during drawing as high a degree of deformation as possible is aimed for and the starting material is deformed to the limit allowed by the drawing die with the lowest possible number of steps without intermediate annealing steps and at which the wire has not yet ruptured. Prior to forming in the swage the head 1 is preferably inductively heated so that it can be better formed. The same can be done with the part 3 prior to forming the thread. At the same time the thread can be cut in. In this way it is achieved that in the final state the forming of the individual sections of the bolt has ensued in such a way that approximately the same strength prevails in each section. Annealing of section 3 prior to forming the thread can be avoided in that a section of the thread is initially cut in without the required depth and in a second step the thread depth is achieved in that the thread is then cut in to the required depth. If the thread were to be rolled from the beginning without annealing it at the surface in order to remove at least partly the cold hardening or removing correspondingly hardened layers by machine cutting the thread could not be produced because as required an optimum degree of hardness has already been set by the drawing process. On the other hand instead of hardening the material could become brittle and rupture.

In the case of a clamping bolt as shown in Fig 2 the invention is implemented in that the clamping part which has a smaller cross-section is produced by introducing a bolt produced in the normal way into a swaging machine. In doing so this part is given the maximum possible strength. In forming the head and in

cutting the thread the necessary hardness values are attained. Due to the lower cross-section of the shaft of the clamping bolt, however, the strength there, which is proportional to the hardness, must be greater than in the threaded region. When manufacturing the clamping bolt care has to be taken that during swaging the bolt is lengthened by 3 % for example. Of course prior to swaging the reduction in cross-section can also be assisted initially by turning off on the lathe. The reduction in diameter, however, should preferably be done by means of non-cutting deformation.

In the case of a fitted bolt (see Fig 3) the hardening of the cylindrical shaft is preferably done by heat treatment. In doing so the part to be hardened is heated up to such an extent - for example to 700 °C for 30 minutes - that precipitation hardening takes place but the deformation hardening relaxes only slightly.

The constriction 4 in the fitted bolt (see Fig 3) is a weak point. For that reason this constriction is hardened preferably by rolling so that the risk of fracture at sections of relatively small cross-section can be decisively reduced. In the ideal case the occurrence of fractures, for example in aircraft construction, even at this critical point would actually be by no means higher than in the region of the smooth shaft 2 or in the threaded region 3.

Claims

1. Heavy-duty fastening element made of a cold-hardenable material, characterised in that the material is hardened by cold working to such an extent that as a result the strength of critical fracture zones in the fastening element is so much improved substantially without increasing the cross-section that the frequency of the occurrence of a fracture point is uniformly distributed over the length of the fastening element.
2. Heavy-duty fastening element according to claim 1, characterised in that the fastening element consists of an austenitic steel.
3. Heavy-duty fastening element according to claim 1 or 2, characterised in that it consists of an extremely high-tensile Cr-Mn austenite having a nitrogen content of 0.2 to 2.0 % by weight.
4. Heavy-duty fastening element according to one of claims 1 to 3, characterised in that a degree of cold working of 20 to 80 % is applied at zones under high load.
5. Heavy-duty fastening element according to one of claims 1 to 4, characterised in that a degree of cold working of 35 to 70 % is applied at zones under high load.
6. Heavy-duty fastening element according to one of claims 1 to 5, characterised in that the degree of cold working at zones under high load is chosen to be 5 to 30 % higher than the value resulting from a standard manufacturing method.
7. Heavy-duty fastening element according to one of claims 1

to 6, characterised in that it is constructed in the form of a head cap bolt.

8. Heavy-duty fastening element according to one of claims 1 to 6, characterised in that it is constructed in the form of a stud bolt.
9. Heavy-duty fastening element according to one of claims 1 to 6, characterised in that it is constructed in the form of a shearing bolt or fitting pin.
10. Heavy-duty fastening element according to one of claims 1 to 6, characterised in that it is constructed in the form of a rivet.
11. Heavy-duty fastening element according to one of claims 1 to 10, characterised in that prior to cold working a varying heat treatment distributed over the length is carried out.
12. Heavy-duty fastening element according to one of claims 1 to 6, characterised in that it is constructed in the form of a bolt nut.
13. Heavy-duty fastening element according to one of claims 1 to 12, characterised in that the hardening by means of cold working is approximately constant over the cross-section.
14. Heavy-duty fastening element according to one of claims 1 to 13, characterised in that the hardening by means of cold working exhibits a maximum at the surface.
15. Heavy-duty fastening element according to one of claims 1 to 14, characterised in that less stressed sections of the

fastening element are reduced in weight by reduction of cross-section while retaining the same strength as the other sections by means of cold working.

16. Heavy-duty fastening element according to one of claims 1 to 15, characterised in that it is provided for use at temperatures up to 600 °C and with high demands on stability.
17. Method for producing a heavy-duty fastening element according to claim 16, characterised in that after semi-finished product manufacture and the usually requisite hot working and shaping by machining the blank is further formed only in non-cutting manner, wherein the longitudinal sections to be deformed the most are first of all rendered ductile by intermediate annealing so that in the finished state a constant strength is achieved over the length of the fastening element.
18. Method according to claim 17, characterised in that the fastening elements in a first trial series are subjected after production to a use-related test and the regions having a high fracture rate in the production of new fastening elements in a second trial series are given a higher strength first of all by increasing the cross-section in certain regions of the blank and subsequent cold working and/or the regions requiring a higher ductility are subjected to local intermediate annealing in order to achieve a homogeneous distribution of strength and ductility over the entire fastening element.